

DIALOG(R)File 345:Inpadoc/Fam.& Legal Stat

(c) 2003 EPO. All rts. reserv.

8415071

Basic Patent (No,Kind,Date): JP 63279228 A2 19881116 <No. of Patents: 002 >

LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE (English)

Patent Assignee: OKI ELECTRIC IND CO LTD

Author (Inventor): NISHIKI TAMAHIKO; MOCHIZUKI MIYUKI

IPC: *G02F-001/133; G09F-009/30; H01L-027/12

JAPIO Reference No: 130098P000021

Language of Document: Japanese

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applic No	Kind	Date	
JP 63279228	A2	19881116	JP 87112588	A	19870511	(BASIC)
JP 2521752	B2	19960807	JP 87112588	A	19870511	

Priority Data (No,Kind,Date):

JP 87112588 A 19870511

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-279228

⑬ Int. Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和63年(1988)11月16日

G 02 F 1/133
G 09 F 9/30
H 01 L 27/12

3 2 7
3 3 8

7370-2H
K-7335-5C
A-7514-5F

審査請求 未請求 発明の数 1 (全9頁)

⑮ 発明の名称 液晶表示装置

⑯ 特 願 昭62-112588

⑰ 出 願 昭62(1987)5月11日

⑱ 発 明 者 西 木 玲 彦 東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気工業株式会社内
⑲ 発 明 者 望 月 み ゆ き 東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気工業株式会社内
⑳ 出 願 人 沖電気工業株式会社 東京都港区虎ノ門1丁目7番12号
㉑ 代 理 人 弁理士 大 垣 孝

明 細 書

1. 発明の名称 液晶表示装置

2. 特許請求の範囲

(1) スイッチング素子が設けられた画素電極基板と、共通電極基板とを具えるアクティブマトリクス駆動型の液晶表示装置において、

前記画素電極基板面上に平坦表面を有する絶縁層を設け、

該絶縁層の前記平坦表面上に該絶縁層に設けられたコンタクトホールを介して前記スイッチング素子に接続するように画素電極を設けて成ることを特徴とする液晶表示装置。

(2) 前記スイッチング素子のデータ電極の上方の領域に前記画素電極の電気的分離領域を設けて成ることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の液晶表示装置。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

この発明は液晶表示装置に関するもので、特に液晶の配向の不具合によって生ずる表示品質の悪

化を防止することが可能な液晶表示装置に関するものである。

(従来の技術)

液晶表示装置はCRTに代るフラットパネルディスプレイの一つとして期待されている。さらに、液晶表示装置は、発光を利用した他の種類の表示装置に比し消費電力が極端に少ないため、電池駆動の小型の表示装置例えば超小型テレビ等に適用していることから、この分野においても研究が盛んに行なわれている。又、液晶パネルと、カラーフィルターとを組み合わせることによって鮮やかなカラー表示が可能になることから、カラー表示化の研究がなされ一部は実用化されている。

このような液晶表示装置を駆動する方法としては種々のものが考えられるが、近年主に行なわれている方法はアクティブマトリクス駆動法であるといえる。

このようなアクティブマトリクス駆動法に適した型の液晶表示装置は良く知られているが、以下、第3図～第5図を参照して従来のこの種の液

品表示装置の一般的な構造につき簡単に説明する。

第3図は従来のアクティブマトリクス型の液晶表示装置の、スイッチング素子が設けられた側の基板(画素電極基板と称することもある。)上の各構成成分の配置関係につき主に示す部分的平面図である。尚、この場合、スイッチング素子を薄膜トランジスタ(TFT)とした例で示してある。

第3図において、11はデータ電極としてのソース電極を示し、13は走査電極としてのゲート電極を示す。これら電極は例えばガラス基板等の好適な基板上にマトリクス状に形成されている。又、これら両電極が交差する領域にはTFT15が形成されていて、図中、17で示すものはこのTFT15のドレイン電極になる。このドレイン電極17には画素電極19(図中、斜線を付して示してある)が接続されている。

又、第4図は、第3図に示した画素電極基板を第3図に示すI-I線に沿って切って概略的に示

それぞれ形成されている。これら基板21及び31間には、液晶39が封入されている。

従来の液晶表示装置では、TFT15、走査電極(ゲート電極)13、又データ電極(ソース電極)15が形成された領域は基板表面から突出しこのため凸部41が生じてしまう。又、モノカラー表示の液晶表示装置の共通電極では問題とはならないが、第5図に示したように共通電極基板の液晶注入側にカラーフィルター33を用いた場合には、隣り合うカラーフィルター間に凹部43が生じてしまう。このように従来の液晶表示装置においては、対向させた両基板のいずれか一方又は双方の液晶封入領域側表面には、1~2 μ m程度の段差が連続的にかつ周期的に存在していた。

又、第3図からも明らかなように、従来の液晶表示装置では、画素電極19がソース電極11やゲート電極13と短絡しないように、画素電極とこれら電極とを離間させる必要があった。

ところで、上述したようなアクティブマトリクス型の従来の液晶表示装置においては、液晶分子

した断面図である。尚、図面が複雑化することを回避するため、断面を示すハッチングを一部省略して示してある。

第4図において、21は基板としての例えばガラス基板を示す。23はゲート絶縁膜を、25はアモルファスSi膜を、27は保護膜をそれぞれ示す。

又、第5図は第3図及び第4図を用いて説明した画素電極基板と、共通電極を有する別途用意された他方の基板(共通電極基板と称することもある)とを用いて構成された従来の液晶表示装置を概略的に示す断面図である。尚、第5図に示した液晶表示装置はカラー表示用のものの例である。又、この図も図面が複雑化することを回避するため、断面を示すハッチングを一部省略して示してある。

第5図において、31は第二の基板を示す。この基板31上には基板側からカラー表示用カラーフィルター33と、共通電極35とが順次に設けられている。又、図中37で示すものは配向膜であり、画素電極基板21及び共通電極基板31の互いの対向面に

の一部の分子が、後述するような理由で所望の配向方向でない方向に配向すること(以下、これをドメイン現象と称することにする。)が起こり、これがため、表示品質が悪化することが生じていた。

このようなドメイン現象を生じさせる原因の一つは基板上に存在する上述したような段差と云える。例えば、TFT部分が基板表面から2 μ m程度突出して段差を構成しているとする。液晶表示装置の種類によっても異なるが、対向する基板間の距離は広くとも10 μ m程度でしかないから、基板上に上述の如く2 μ m程度の段差があると、段差が有る部分と無い部分とにおける液晶封入用の空隙の寸法は結果的に異なったものになってしまう。このような両部分のそれぞれの液晶分子の配向具合は互いに異なったものになると思われ、これがため、ドメイン現象が生じてしまう。

ドメイン現象を生じさせる他の原因としては電気力線の曲りが考えられる。このことにつき第6図を参照して説明する。

アクティブマトリクス型の液晶表示装置においては、多数のゲート電極を順次に選択し、選択されたゲート電極に所属する多数の画素のソース電極にデータ信号がそれぞれ印加される。今、あるゲート電極に所属する多数の画素を一つおきにオンさせ残りの画素をオフさせる場合を考える。第6図は従来の液晶表示装置をこのように駆動した場合の電気力線の様子を模式的に示した図であり、共通電極37に対し画素電極19が正電位となるようにこの画素電極19に電圧を印加した場合を示している。駆動されているTFTの画素電極と、共通電極との間には本来は画素電極19から共通電極37に向う電気力線が生じるはずであるが、駆動されているTFTと、駆動されていないTFTの画素電極との間にも不用な電気力線(第6図中、41で示す電気力線の曲り)が生ずるものと思われる。この不用な電気力線が生じている領域の液晶分子の配向方向は、正常な電気力線が生じている領域での配向方向とは異なるものになるから、これによってもドメイン現象が生じるものと思われる。

位置合せさせるにはより正確なアライメントが必要になるから製造工程上好ましいことではない。又、電気力線が曲った部分(第6図に41で示した部分)でのドメイン現象に対しては何等の対策もなされないことになり、この部分の液晶分子の配向の不具合によって表示品質が損ねられることになる。

この発明は上述したような点に鑑みなされたものであり、従ってこの発明の目的は、ドメイン現象が発生しにくく、又ドメイン現象が発生しても視認されにくい液晶表示装置を提供することにある。

(問題点を解決するための手段)

この目的の達成を図るため、この発明によれば、スイッチング素子が設けられた画素電極基板と、共通電極基板とを具えるアクティブマトリクス駆動型の液晶表示装置において、

前述の画素電極基板面上に平坦表面を有する絶縁層を設け、この絶縁層の前述の平坦表面上にこの絶縁層に設けられたコンタクトホールを介して

る。このような不用な電気力線はオン信号が印加されているデータ電極に沿って並ぶオフ状態の画素電極の端部領域でも生じる。

このようなドメイン現象を問題視しこれを解決するべく研究を行ない、その成果が示された文献としては例えば特開昭60-243633号公報がある。この公報によれば、ドメイン現象が生じた後これを速く消滅させるため、TFTのソース電極と、画素電極の辺との間の隙間が可能な限り直線状になるようにしている。さらに、カラー表示用の液晶表示装置の場合であれば、隣り合うカラーフィルタ間に生じる隙間を上述のソース電極及びこのソース電極に近接するこのソース電極では駆動されない側の画素電極間の隙間に対向するように位置あわせすることを行なっている。

(発明が解決しようとする問題点)

しかしながら、上述したように、ソース電極と画素電極との隙間を可能な限り直線状にすることは、液晶表示装置の画素配列の自由度を損ねることになる。又、隙間同士が正確に対向するように

前述のスイッチング素子に接続するように画素電極を設けて成ることを特徴とする。

この発明の実施に当たり、前述のスイッチング素子のデータ電極の上方の領域に前述の画素電極の電気的分離領域を設けるのが好適である。

尚、液晶表示装置がカラー表示可能なものであって、共通電極基板上にカラフィルタを有するものである場合には、共通電極基板のカラフィルタ上に、カラーフィルタと基板表面との間に構成される凹凸を平坦化する絶縁層を設け、この絶縁層上に共通電極を設けるのが好適である。

(作用)

このような構成によれば、スイッチング素子、スイッチング素子の走査電極、このスイッチング素子のデータ電極及び画素電極基板表面で主に構成される凹凸を平坦表面を有する絶縁層で覆うようにすることが出来る。従って、画素電極基板及び共通電極基板間の液晶封入用の空隙は両基板間のどの部分においても実質的に均一寸法になるから、液晶分子を配向させるための種々の条件も均

一なものになる。従って、段差に起因するドメイン現象の発生を防止することが出来る。

又、スイッチング素子やこれの走査及びデータ電極が絶縁層で覆われているから、この絶縁層上に設ける画素電極をこのスイッチング素子や両電極が形成されている領域上方に至るまで形成することが出来るようになる。従って、隣接する画素電極を電気的に分離するための分離領域を走査電極上方の領域やデータ電極上方の領域に設けることが出来るようになる。

この発明の好適例においては、隣接する画素電極間の、スイッチング素子のデータ電極のストライプ方向と平行方向の電気的分離領域をこのデータ電極上方の絶縁層部分上の領域内に設けている。データ電極や走査電極は一般に透光性の金属薄膜で形成されている。このようにすれば、電気力線の曲りに起因するドメイン現象が発生し易いデータ電極と平行な画素電極間の電気的分離領域を、これらの透光性金属により覆うことが出来るから、このドメイン現象は表示装置をみる者には

第1図(A)において、11はデータ電極としてのソース電極を示し、13は走査電極としてのゲート電極を示す。これら電極は例えばガラス基板等の好適な基板上にマトリクス状に形成されている。又、これら両電極が交差する領域にはTF T 15が形成されていて、図中、17で示すものはこのTF T 15のドレイン電極になる。

又、第1図(A)においては図示を省略してあるが(第1図(B)を用いて後に説明する)、この発明の液晶表示装置は、画素電極基板上に、ソース電極11、ゲート電極13、TF T 15及び基板表面で主に構成される凹凸を覆い表面が平坦な絶縁層を具えると共に、この絶縁層上に画素電極51(第1図(A)中、斜線を付して示す)を具えている。そして、この画素電極51は絶縁層に設けられているコンタクトホール53を介してこの絶縁層下のドレイン電極17に接続してある。又、このような絶縁層を具えていることを利用して、この実施例の場合の画素電極51は次のように形成してある。

認められないようになる。

(実施例)

以下、第1図及び第2図を参照してこの発明のアクティブマトリクス型の液晶表示装置の実施例につき説明する。尚、以下の説明に用いる各図はこの発明が理解出来る程度に概略的に示してあるにすぎず、従って、この発明がこれら図示例にのみ限定されるものでないことは理解されたい。又、各図において、共通の構成成分については同一の符号を付して示してある。さらに、従来と同様な構成成分については従来の符号と同一の符号を付して示してある。

液晶表示装置の構成

第1図(A)はこの発明のアクティブマトリクス型の液晶表示装置の、スイッチング素子が設けられた側の基板(画素電極基板)上の各構成成分の配置関係につき主に示す部分的平面図である。尚、この場合、スイッチング素子を薄膜トランジスタ(TFT)とした例で説明する。

ゲート電極13のストライプ方向に沿って直線的に並んでいる各画素電極51のうちの隣接する画素電極51間の、ソース電極のストライプ方向と平行方向の電気的分離領域55をソース電極11上方の領域にこのソース電極の形成領域内に納るように形成してある。従って、この場合の画素電極はTF T 15が形成されている領域の上方にも存在するようになる。

第1図(B)は、第1図(A)に示した画素電極基板を第1図(A)に示すⅡ-Ⅱ線に沿って切って概略的に示した断面図である。尚、図面が複雑化することを回避するため、断面を示すハッチングを一部省略して示してある。

第1図(B)において、21は基板としての例えばガラス基板を示す。23はゲート絶縁膜を、25はアモルファスSi膜をそれぞれ示す。又、57はソース電極11、ゲート電極13、TF T 15及び基板表面で主に構成される凹凸を平坦化するための既に説明した絶縁層を示し、この絶縁層57のドレイン電極17上に該当する領域にはコンタクトホール

53を形成してある。

第1図(B)からも理解できるように、絶縁層57を有しているため、画素電極間の電気的分離領域55をソース電極上方に形成することが出来る。これがため、常に表示データが書き込まれる多数のソース電極(データ電極)の中のあるデータ電極の表示データが連続的にハイレベルを示す信号になって、このようなデータ電極と、このデータ電極に沿うオフ状態の画素電極との間にドメイン現象が長時間生じて、このドメイン現象はソース電極で遮蔽され液晶表示装置を見る者には認められないようにすることが出来る。

このようなこの発明の画素電極用基板と、従来の共通電極基板とを用いて、液晶表示装置を構成すれば、液晶表示装置がモノカラー表示のものであれば段差に起因するドメイン現象は全く生じることがなくなる。さらに、カラー表示、モノカラー表示を問わず、電気力線の曲りに起因して生じるドメイン現象はゲート電極によって遮蔽されるから、画素電極基板側から液晶表示装置を見る

者基板と、第2図に示したような共通電極基板との間に液晶を封入して形成されたこの発明のカラー表示の液晶表示装置は、段差に起因して生ずるドメイン現象は全く起こらず、然も、コンタクトホール53部分の段差や、画素電極間の電気的分離領域55における電気力線の曲りによってドメイン現象が生じて、これはソース及びドレイン電極によって遮蔽されるから、画素電極基板側からこの液晶表示装置を見る者がこのドメイン現象を認めることはない。

液晶表示装置の製造方法

次に、この発明の液晶表示装置の理解を深めるため、第1図(B)及び第2図を参照してこの発明の実施例の液晶表示装置の製造方法の一例につき説明する。尚、以下に説明する材料、形成方法及び数値的条件等は単なる例示にすぎず、この発明がこれら材料、形成方法及び数値的条件に限定されるものでないことは理解されたい。

通常の薄膜形成技術を用い、ガラス基板21上に

者がこのドメイン現象を認めることはなくなる。

又、液晶表示装置がカラー表示のものの場合であって第5図に示したようにカラーフィルタが設けられた従来の共通電極基板と、この発明の画素電極基板とを用いたものは、画素電極基板側の段差がなくなることから、従来のものと比し表示品質が優れたものになる。尚、このような構成のカラー表示液晶表示装置で、さらに優れた表示を得ようとする場合は、共通電極基板を第2図に断面図で示すような構造のものにするのが好適である。

第2図において、31はガラス基板を示す。このガラス基板31上にはカラーフィルター33が設けられている。又、この発明に係る共通電極基板は、カラーフィルター33を含むガラス基板31上に、カラーフィルター33及び基板31表面で主に構成される段差を平坦化するためこの段差を覆い平坦表面を有する絶縁層61と、この絶縁層61上に設けられた共通電極37とを具えている。

第1図(A)及び(B)に示したような画素電

スイッチング素子としてのTFT15、これの走査電極13及びデータ電極11を形成する。この工程は従来のアクティブマトリクス型の液晶表示装置の製造方法を用いることが出来る。

次に、TFT15及び両電極13、11が形成されたガラス基板21上に平坦表面を有する絶縁層57の形成を行なう。この実施例の場合、この絶縁層57の形成を以下に行なった。

TFT15及び両電極13、11が形成されたガラス基板21上に、ポリイミドワニス(日産化学社製のサンエバー120と称されるものを用いた)をスピンコーティング法によって塗布し、これを約170℃の温度で約1時間乾燥させた。尚、スピンコーティングの条件は、ポリイミドワニスのガラス基板21の平坦部分のものの乾燥後の膜厚が4μmになるように設定した。基板表面から2μm程度突出していたTFT15に起因する段差上に、上述のような成膜条件でポリイミドワニスを塗布した時、この段差はポリイミドワニス表面では0.3μmに緩和されて、その突出具合も滑らかなも

のになった。尚、上述のポリイミドフニスの成膜条件は、TFT等の形状、用いるフニスの粘度等を考慮して決定されるべきもので、この実施例の条件に限定されるものではない。さらに、絶縁層57を構成する材料についても、実施例のポリイミドフニスに限定されるものではなく、他の好適な材料を用いることが出来る。

次に、上述の如く形成した絶縁層57に対し加工を行なう。この実施例の場合の加工は、TFT15のドレイン電極に対応する領域にコンタクトホール53を形成すること、及び別途用意された駆動素子に走査及びデータ電極を接続するためこれら電極の一部を絶縁層57から露出させること等である。これら加工は通常のフォトリソエッチング技術を用いてレジストマスクを形成し、日産化学社製サンエバー専用のエッチング液及びリンス液を用いて絶縁層57の不用部分部分を除去することで行なった。

次に、この絶縁層57上に例えばRFスパッタ法等の好適な方法によって、ITO膜を約1000

の発明に係る液晶表示装置を得た。

尚、この発明は上述した実施例に限定されるものではない。

上述した実施例では、データ(ソース)電極のストライプ方向と直交する方向で画素電極51間を電気的に分離する領域については、この領域を走査(ゲート)電極上方に特に形成することはせず、従来の通りとしている。これは、データ電極と異なり走査電極は線順次に一本ずつそれも液晶表示装置を見る者からすればかなり高速度で駆動されるから、液晶表示装置を見る者が走査電極側で生じるドメイン現象を認めることはあまり考えられないからである。しかしながら、データ電極のストライプ方向と直交する方向この分離領域を走査(ゲート)電極上方に設け、この部分で生じるドメイン現象をゲート電極によって遮蔽するようにしても勿論良い。

又、上述の実施例においては、スイッチング素子をTFTとした例で説明している。しかし、スイッチング素子をダイオード或はMIM(Metal

Aの膜厚に形成し、次に、このITO膜をフォトリソエッチング技術によって所定形状(第1図(A)参照)に加工して画素電極51を形成し、第1図(A)及び(B)に示すようなこの発明に係る画素電極基板を得た。

一方、第2図を用いて既に説明した共通電極基板を次のように形成した。

ガラス基板31上に従来公知の方法でカラーフィルタ33を形成する。この場合も、カラーフィルタ33表面と、基板表面との間には約2 μ mの段差が構成される。画素電極基板を形成したときと同様にサンエバー120を用い同様な成膜条件で平坦化を行ない、サンエバー120の不用部分を画素電極基板形成時と同様に除去して、絶縁層69を形成した。この絶縁層69上に従来公知の方法で共通電極37を形成した。

上述の如く形成した画素電極基板と、共通電極基板とに対し配向処理を行ない、その後、これら基板をスペーサを介して貼り合わせる。基板間の空隙に液晶を封入した後、封入口を封止して、こ

Insulator Metal)等の他の非線形スイッチング素子として構成した液晶表示装置に対してもこの発明を適用出来ることは明らかである。

(発明の効果)

上述した説明からも明らかなように、この発明の液晶表示装置は、スイッチング素子等に起因する段差を平坦化する絶縁層を具え、この絶縁層上に画素電極を具えている。このため、ドメイン現象が生じにくく、かつ、液晶の封入時に気泡が発生しにくい。さらに、画素電極とソース電極との間の隙間を直線的にするようなことをせずともドメイン現象の発生を防止することが出来るから、画素配列の自由度が損なわれることもない。

又、スイッチング素子やソース及びゲート電極を覆うように絶縁層を設けることが出来るから、ソース電極やゲート電極の形成されている上方領域にまで画素電極を形成することが出来るようになる。このため、ドメイン現象が生じ易い領域である画素電極間の電気的分離領域を例えばソース電極上方に形成して、電気力線の曲りによって生

じるドメイン現象をソース電極によって遮蔽することが出来る。

これがため、ドメイン現象が発生しにくく、又ドメイン現象が発生しても視認されにくい液晶表示装置を提供することが出来、よって、この発明の液晶表示装置は従来のもよりもコントラスト特性、視野角特性が向上する。

4. 図面の簡単な説明

第1図(A)及び(B)は、この発明の液晶表示装置の説明に供する要部平面図及び断面図であって、画素電極基板の一部を示す平面図及び断面図、

第2図は、この発明の液晶表示装置の説明に供する要部断面図であって、共通電極基板の一部を示す断面図、

第3図～第5図は従来液晶表示装置の説明に供する図であって、第3図及び第4図は画素電極基板の一部を示す平面図及び断面図、第5図は液晶表示装置の一部を示す断面図、

第6図は従来及びこの発明の説明に供する図で

ある。

- 11…データ電極(ソース電極)
- 13…走査電極(ゲート電極)
- 15…スイッチング素子
- 17…ドレイン電極、 23…ゲート絶縁膜
- 25…アモルファスSi、51、51a、51b…画素電極
- 53…コンタクトホール
- 55…画素電極間の電気的分離領域
- 57、61…平坦表面を有する絶縁層。

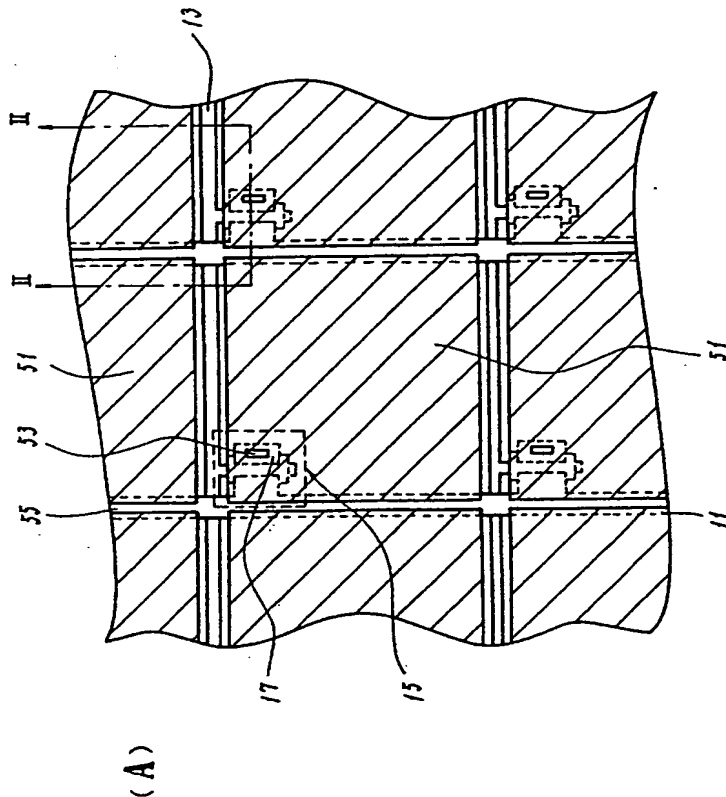
特許出願人

沖電気工業株式会社

代理人 弁理士

大 垣

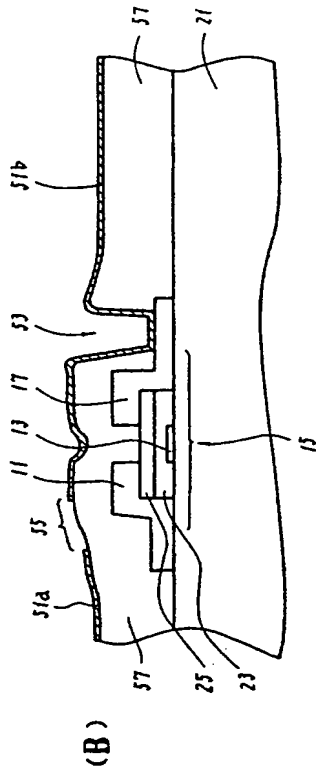
孝



- 11: データ電極(ソース電極)
- 13: 走査電極(ゲート電極)
- 15: スwitching素子(TFT)
- 17: ドレイン電極
- 51: 画素電極
- 53: コンタクトホール
- 55: 画素電極間の電気的分離領域

この発明の液晶表示装置の一部を示す平面図

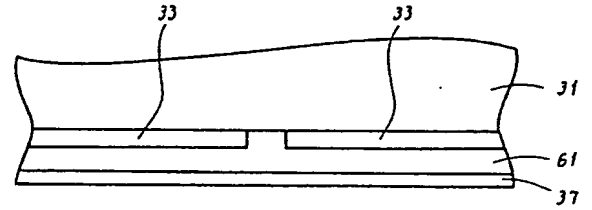
第1図



23: ゲート絶縁膜 51a, 51b: 画素電極
25: アモルファス Si 57: 平坦表面を有する絶縁層

この発明の液晶表示装置の一部を示す断面図

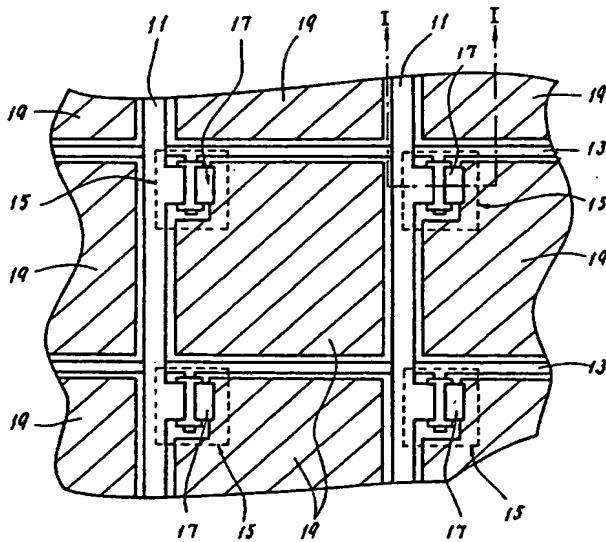
第 1 図



61: 平坦表面を有する絶縁層

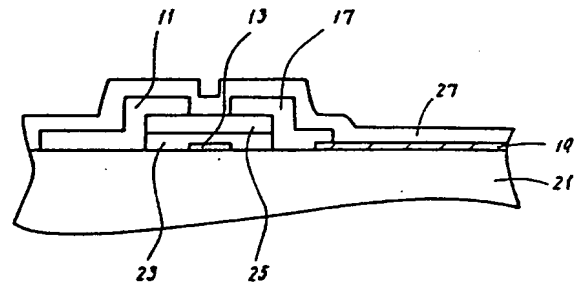
この発明の液晶表示装置の一部を示す断面図

第 2 図



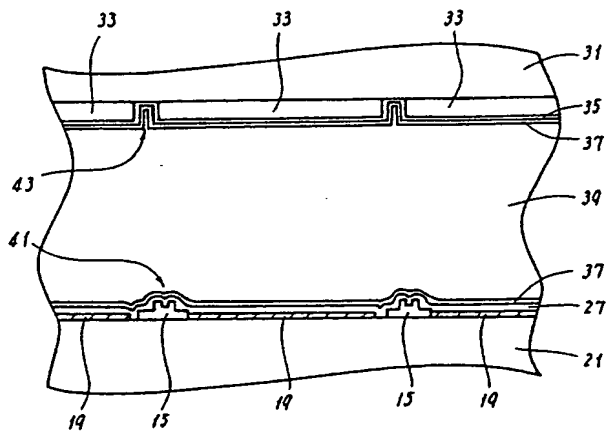
従来の液晶表示装置の説明に供する平面図

第 3 図



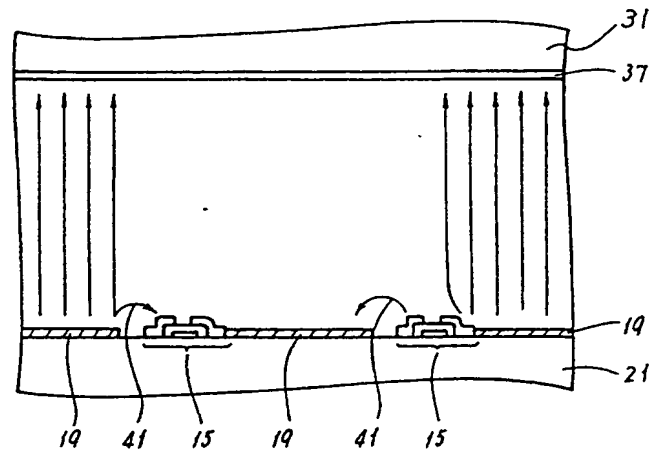
従来の液晶表示装置の説明に供する断面図

第 4 図



従来の液晶表示装置の説明に供する図

第 5 図



従来及びこの発明の説明に供する図

第 6 図

JAPAN PATENT OFFICE (JP)

Japanese patent Laid-Open No. 63-279228

Laid-open Date: November 16, 1988

Title of the Invention: Liquid crystal display device

Application No. : Sho 62-112588

Filed: May 11, 1987

Inventor(s) Name: Tamahiko Nishiki et al.

Applicant Name: Oki Electric Industry Co., Ltd.

SPECIFICATION

1. Title of the Invention Liquid crystal display device

2. Scope of Claims

(1) A liquid crystal display device of an active matrix driving type which is provided with a pixel electrode substrate on which a switching element is provided and a common electrode substrate characterized by forming an insulating layer having a flat surface on a surface of the above mentioned pixel electrode substrate, and a pixel electrode on the above mentioned flat surface of the insulating layer to be connected to the above mentioned switching element through a contact hole provided on the insulating layer.

(2) The liquid crystal display device according to claim 1 characterized by forming an electrical separation region of the pixel electrodes in an upper region of a data electrode of the switching element.

3. Detailed Description of the Invention

[Field of the Industrial Use]

The present invention relates to a liquid crystal display device, and in particular, relates to a liquid crystal display device which can prevent deterioration of display quality caused by nonconformity of an orientation of a liquid crystal.

[Prior Art]

A liquid crystal display device is expected much as one of flat panel displays in place of CRT. Further, since the power consumption of the liquid crystal display device is very small in comparison with other kinds of sorts of display devices utilizing light emission, it is suitable to apply to a small-sized display device driven by battery, for example a very small-sized TV or the like. Therefore, researches are energetically made in such a field. Moreover, with the combination of a liquid crystal panel and a color filter, vivid color display can be realized, so that researches have been made on a color display and the color display is partially realized in practical use.

As a driving method of such a liquid crystal display device, several kinds of methods can be considered, and recently, an active matrix driving method is chiefly used.

The liquid crystal display devices which are suitable for such an active matrix driving method have been well known. Referring to Fig. 3 to Fig. 5, a general constitution of the conventional liquid crystal display device will be explained briefly.

Fig. 3 is a partial plain view which mainly shows a distributional relationship between respective constitution components on a substrate (which is called as a pixel electrode substrate) at a side provided with a switching element in a conventional active matrix type liquid crystal display device. Also, this case shows an example that a switching element is a thin film transistor (TFT).

In Fig. 3, a reference numeral 11 shows a source electrode as a data electrode, 13 shows a gate electrode as a scanning electrode. These electrodes are formed on a suitable substrate,

for example, such as a glass substrate in a matrix shape. Also, a TFT 15 is formed on a region where these both electrodes cross each other, and reference numeral 17 in the figure shows a drain electrode of the TFT 15. The drain electrode 17 is connected to a pixel electrode 19 (shown with oblique lines in the figure).

Further, Fig. 4 is a cross sectional view in which a pixel electrode substrate shown in Fig. 3 is schematically shown by cutting along the line I-I shown in Fig. 3. It should be noted that hatching which shows a cross section is partially omitted to avoid complexity of drawings.

In the Fig. 4, reference numeral 21 shows a substrate, for example a glass substrate, 23 shows a gate insulating film, 25 shows amorphous silicon film, 27 shows a protective film, respectively.

Further, Fig. 5 is a cross sectional view which schematically shows a conventional liquid crystal display device constituted with a pixel electrode substrate explained with Fig. 3 and Fig. 4 and another substrate (which is also called as a common electrode substrate) having a common electrode which is prepared later. It should be noted that Fig. 5 shows an example of the liquid crystal display device used for color display. Also, to avoid complexity of the drawings, hatching which shows cross section is partially omitted in the drawing.

In Fig. 5, reference numeral 31 shows a second substrate. On the substrate 31, a color filter 33 for color display and a common electrode 35 are formed in this order. Also, in the drawing, reference numeral 37 shows an alignment film which is formed on each of counter surfaces of a pixel electrode substrate 21 and a common electrode substrate 31. Between these substrates 21 and 31, a liquid crystal 39 is sealed.

In the conventional liquid crystal display device, a region on which a TFT 15, a scanning electrode (gate electrode) 13, and a data electrode (source electrode) 15 are formed, protrudes from a surface of the substrate, thereby generating a convex portion 41. Further, there arises

no problem in the case of a common electrode of a liquid crystal display device for monochrome display. However, as shown in Fig. 5, in the case of using a color filter 33 at a liquid crystal injection side of a common electrode substrate, a concave portion 43 is generated between adjacent color filters. In this way, the conventional liquid crystal display device has continuous and periodic steps having about 1 to 2 μm on a surface of a liquid crystal sealing region side of one or both of substrates which are opposite to each other.

Moreover, as is apparent from Fig. 3, in the conventional liquid crystal display device, to prevent short between a pixel electrode 19 and a source electrode 11 or a gate electrode 13, it is necessary to separate the pixel electrode from these electrodes.

By the way, according to the conventional active matrix type liquid crystal display device mentioned above, one part of liquid crystal molecules is orientated in the direction which is not a desired orientation direction (hereinafter, it is referred to as a domain phenomenon), due to the reason described below. Because of this, image quality is impaired.

One reason of generating such a domain phenomenon is the above mentioned steps formed on a substrate. For example, if steps are constituted with the TFT portion which is protruded from a surface of the substrate by about $2\mu\text{m}$, although the distance between opposed substrates varies depending on sorts of liquid crystal display devices, it is at most about 10 μm . Therefore, if there is a step of about $2\mu\text{m}$ on a substrate as mentioned above, dimensions of gaps for sealing of a liquid crystal in a portion having the step and in a portion having no step are different as a result. It seems that respective orientations of liquid crystal molecules in these both portions are different each other, thereby causing the domain phenomenon.

It can be considered that curve of electric force lines is another reason of causing the domain phenomenon. It will be explained with reference to Fig. 6.

In an active matrix type liquid crystal display device, a lot of gate electrodes are selected

in order, and data signals are respectively applied to source electrodes of a lot of pixels which are associated with the selected gate electrode. Now, a lot of pixels associated with one gate electrode become on state at every other pixel and the rest become off state. Fig. 6 shows a schematic view of the electric force lines in the case of driving the conventional liquid crystal display device in this way and it shows the case that a voltage is applied to the pixel electrode 19 to make it positive electric potential against a common electrode 37. The electric force lines which extend from the pixel electrode 19 to the common electrode 37 essentially generate between a pixel electrode of a driven TFT and a common electrode, and it seems that unnecessary electric force lines (in Fig. 6, curve of electric force lines shown with reference numeral 41) also generate between a driven TFT and a pixel electrode of a not driven TFT. An orientation direction of liquid crystal molecules in a region in which the unnecessary electric force lines are generated is different from that in a region in which normal electric force lines are generated, thereby causing the domain phenomenon. Such the unnecessary electric force lines also generate in an edge region of a pixel electrode in an off-state which is arranged along a data electrode to which on-signals are applied.

There is a reference in which such a domain phenomenon is regarded as a problem, researches are made to solve the problem, and the result is disclosed, for example, Japanese Patent Laid-Open No. 60-243633. According to the publication, when the domain phenomenon is generated, a gap between a source electrode of TFT and an edge of a pixel electrode is made as straight as possible to vanish it quickly. Further, in the case of a liquid-crystal display device for a color display, the gap which exists between adjacent color filters is performed with an alignment to oppose to a gap between the above mentioned source electrode and a pixel electrode at a side which is not driven by the source electrode near the source electrode.

[Problems to be solved by the Invention]

However, as mentioned above, the gap between a source electrode and a pixel electrode is made as straight as possible, thereby degree of freedom in a pixel arrangement of a liquid crystal display device is lost. Further, accuracy arrangement is necessary for arrangement of gaps which are precisely opposed to each other, so that it is not desirable in view of manufacturing process. Further, no measures against the domain phenomenon is considered in a portion where electric force lines are bent (shown with reference numeral 41 in Fig. 6). As a result, in this portion, display quality is impaired by nonconformity of an arrangement of liquid crystal molecules.

The present invention is accomplished in view of the above matter, and the purpose thereof is to propose a liquid crystal display device in which the domain phenomenon is not easily generated and if the domain phenomenon is generated, it will not be observed.

[Means to solve the Problem]

To accomplish the purpose, an active matrix driving type liquid crystal display device of the present invention provided with a pixel electrode substrate on which a switching element is provided and a common electrode substrate is characterized by forming an insulating layer having a flat surface on a surface of the above mentioned pixel electrode substrate, and a pixel electrode on the above mentioned flat surface of the insulating layer to be connected to the above mentioned switching element through a contact hole provided on the insulating layer.

When the embodiment of the present invention is executed, it is suitable to form an electric separation region of the above mentioned pixel electrode in upper region of the data electrode of the above mentioned switching element.

If a liquid crystal display device has a color display and a color filter is formed on a

common electrode substrate, it is suitable to form an insulating layer to flatten an irregularity between the color filter and a surface of the substrate, and a common electrode on the insulating layer.

[Operation]

According to the constitution, it is possible to cover an irregularity mainly constituted with a switching element, a scanning electrode of the switching element, a data electrode and a pixel electrode substrate surface of the switching element with an insulating layer having a flat surface. Therefore, since the gap for sealing of a liquid crystal between a pixel electrode substrate and a common electrode substrate has substantially the same measurement in every portion between both substrates, several conditions for orientation of a liquid crystal molecule will be the same. Therefore, the domain phenomenon due to the step can be prevented.

Further, since a switching element, and scanning and data electrodes of the switching element are covered with an insulating layer, a pixel electrode provided on the insulating layer can be formed up to the upper region of the switching element and the both electrodes are formed. Therefore, a separation region can be formed on a region which is formed over a scanning electrode or a region which is formed over a data electrode to electrically separate adjacent pixel electrodes.

In a suitable example of the present invention, an electric separation region formed in a direction parallel to the stripe direction of a data electrode of a switching element between adjacent pixel electrodes is provided inside a region over an insulating layer portion which is formed over the data electrode region. The data electrode and the scanning electrode are generally formed with metallic thin films having translucency. By doing this, it is possible to cover an electric separation region where a domain phenomenon is easily generated due to the curve of electric force lines, between pixel electrodes which are parallel to a data

electrode with these translucent metals. As a result, the domain phenomenon is not observed by a person who looks the display device.

[Embodiment]

Hereinafter, referring to Fig. 1 and Fig. 2, an embodiment of the active matrix type liquid crystal display device of the invention will be explained. Also, since each of drawings used in the following explanation is schematically shown for understanding of the invention, the present invention is not limited to only these examples of drawings. Also, in the respective drawings, the same mark designates the common constituent. Further, the same mark as the conventional one designates the same constituent as the conventional one.

Constitution of a liquid crystal display device

Fig. 1(A) is a partial plain view mainly showing arrangement of respective constituents on a substrate at a side where switching element is provided of an active matrix type liquid crystal display device of the present invention. It should be noted that in this case, an explanation is made in an example of which switching element is a thin film transistor (TFT).

In Fig. 1(A), reference numeral 11 is a source electrode as a data electrode, 13 shows a gate electrode as a scanning electrode. These electrodes are formed in a matrix shape on a suitable substrate such as a glass substrate. Also, in a region where these both electrodes cross each other, a TFT 15 is formed. In the drawing, reference numeral 17 becomes a drain electrode of the TFT 15.

Further, although not shown in Fig. 1(A), (explanation will be follow using Fig. 1(B)), the liquid crystal display device of the present invention is provided with an insulating layer having a flat surface which covers an irregularity constituted mainly with a source electrode

11, a gate electrode 13, a TFT 15, and a surface of a substrate, on a pixel electrode substrate, and a pixel electrode 51 (shown with oblique lines in Fig. 1(A)) on the insulating layer. Then, the pixel electrode 51 is connected to a drain electrode 17 under the insulating layer through a contact hole 53. Further, the pixel electrode 51 in this embodiment is formed as follows by making use of such an insulating layer. An electric separation region 55 in a direction parallel to a stripe direction of a source electrode between adjacent pixel electrodes 51 among respective pixel electrodes 51 which are linearly arranged along the stripe direction of the gate electrode 13 is formed in a region formed over a source electrode 11 in order to be formed inside the formation region of the source electrode. Therefore, the pixel electrode in this case exists also over a region where TFT 15 is formed.

Fig. 1(B) is a cross sectional view which shows an outline of a pixel electrode substrate shown in Fig. 1(A) which is cut along the line II-II shown in Fig. 1(A). It should be noted that hatching which shows a cross section is partially omitted to avoid complexity of drawings.

In the Fig. 1(B), reference numeral 21 shows a substrate, for example a glass substrate, 23 shows a gate insulating film, and 25 shows an amorphous silicon film, respectively. Also, reference numeral 57 shows the above mentioned insulating film to flatten an irregularity which is mainly constituted with a source electrode 11, a gate electrode 13, a TFT 15 and a substrate surface. Further, a contact hole 53 is formed in a region of the insulating layer 57 corresponding and over a drain electrode 17.

As an apparent from the Fig. 1(B), the electric separation region 55 between pixel electrodes can be formed over a source electrode because of having an insulating layer 57. Therefore, display data of one data electrode of a lot of source electrodes (data electrodes) in which display data is constantly written becomes a signal showing continuous high-level. If a domain phenomenon is generated for a long time between such a data electrode and a pixel

electrode in an off-state which along the data electrode, the domain phenomenon is interrupted by the source electrode, so that it will not be observed by a person who looks the liquid crystal display device from the side of a pixel electrode substrate.

When a liquid crystal display device is constituted with a substrate for a pixel electrode of this invention and a conventional common electrode substrate, the domain phenomenon due to steps will not be generated in the case of a liquid crystal display device in monochrome display. Further, the domain phenomenon due to the curve of electric force lines is interrupted by a gate electrode in a color display as well as a monochrome display. Therefore, the domain phenomenon is not observed by a person who looks the liquid crystal display device from the pixel electrode substrate side.

Also, in the case of a liquid crystal display device in a color display using a conventional common electrode substrate provided with a color filter as shown in Fig. 5 and a pixel electrode substrate of the present invention, there is no step at a side of a pixel electrode substrate, thereby display quality thereof is superior to the conventional one. It should be noted that it is suitable to form a common electrode substrate having a constitution shown in a cross section of Fig. 2 in the case that more excellent display is attempted to obtain in the liquid crystal display device in color display having such a constitution.

In Fig. 2, reference numeral 31 shows a glass substrate. On the glass substrate 31, a color filter 33 is provided. Further, a common electrode substrate regarding the present invention is provided with an insulating layer 61 and a common electrode 37 formed thereon. The insulating layer 61 having a flat surface covers a step in order to flatten the step mainly constituted with the color filter 33 and a surface of the substrate 31, on the glass substrate 31 including the color filter 33, and a common electrode 37 provided on the insulating layer 61.

The domain phenomenon due to a step will not be generated in a liquid crystal display

device in a color display according to the present invention which is formed by sealing a liquid crystal between a pixel electrode substrate shown in Fig. 1(A) and Fig. 1(B) and a common electrode substrate shown in Fig. 2. Also, if the domain phenomenon is generated due to a step in a contact hole portion 53 or the curve of electric forth lines in an electric separation region 55 between pixel electrodes, it will be interrupted by source and drain electrodes. As a result, the domain phenomenon will not be observed by a person who looks the liquid crystal display device from a pixel electrode substrate side.

Method of manufacturing a liquid crystal display device

Then, in order to promote understanding of a liquid crystal display device of the present invention, an example of manufacturing methods of the liquid crystal display device according to this embodiment of the present invention is described with reference to Fig. 1(B) and Fig. 2. It should be noted that since materials, forming methods, numerical value conditions, and the like, described below are only an example, the present invention will not be limited to these materials, forming methods, and numerical value conditions..

Using a general thin film formation technique, a TFT 15 as a switching element formed on a glass substrate 21, a scanning electrode of the TFT, and a data electrode 11 are formed. This step can be executed by a conventional manufacturing method of an active matrix type liquid crystal display device.

Then, an insulating layer 57 having a flat surface is formed on the glass substrate 21 on which the TFT 15 and both electrodes 13 and 11 are formed. In this embodiment, the insulating layer 57 is formed as follows.

The glass substrate 21 on which the TFT 15 and both electrode 13 and 11 are formed, is coated with polyimide varnish (SUNEVER 120 produced by Nissan Chemical Industries Ltd. is used) by spin coating method. Then, this is dried for about one hour at about 170°C.

It should be noted that as the condition for a spin coating method, film thickness of a flat portion of the glass substrate 21 of polyimide vanish is set to be 4 μm after drying. When polyimide vanish is applied to a step which is caused by the TFT 15 protruded from a surface of the substrate by about 2 μm under the above mentioned film formation conditions, the step is decreased to be 0.3 μm at a surface of a polyimide vanish. As a result, the protrusion of the TFT becomes smooth. Also, a film formation condition of the above mentioned polyimide vanish should be determined by taking shape of TFT and the like, viscosity of vanish used, or the like, into consideration, so that it should not be limited to the condition of this embodiment. Further, as a material to constitute an insulating layer 57, it should not be limited to the polyimide vanish of the present embodiment and another suitable material can be used.

Then, processing is performed on the insulating layer 57 formed as mentioned above. In the case of this embodiment, the processing is to form a contact hole 53 in a region corresponding to a drain region of the TFT 15, and to expose one part of these electrodes from the insulating layer 57 in order that a driving element prepared later is connected to a scanning and data electrodes. These processes are performed by using general photo-etching technique to form a resist mask and removing unnecessary portions of the insulating layer 57 with an etching solution or a rinse solution which is only for SUNEVER produced by Nissan Chemical Industries, Ltd.

Next, on the insulating layer 57, an ITO film is formed at a thickness of 1000 \AA by a suitable method, for example RF sputtering method or the like, and then the ITO film is processed into a predetermined shape (see Fig. 1(A)) by photo-etching technique to form a pixel electrode 51, thereby obtaining a pixel electrode substrate regarding the present invention as shown in Fig. 1(A) and Fig. 1(B).

On the other hand, a common electrode substrate as described above referring to Fig.

2 is formed as follows.

On a glass substrate 31, a color filter 33 is formed by a conventional known method. In this case, there is a step of about 2 μm between a surface of the color filter 33 and a surface of the substrate. In the same way as forming a pixel electrode substrate, a SUNEVER 120 is used to flatten the step under the same condition to remove unnecessary portion of the SUNEVER 120 in the same way as forming a pixel electrode substrate, thereby forming an insulating layer 69. On the insulating layer 69, a common electrode 37 is formed by a conventional known method.

An orientation treatment is performed on the pixel electrode substrate and the common electrode substrate thus formed, thereafter, these substrates are mated with each other via a spacer. After sealing a liquid crystal into a gap between the substrates, sealing port is sealed to obtain a liquid crystal display device regarding the present invention.

It should be noted that the present invention is not limited to the above mentioned embodiment.

According to the above mentioned embodiment, a region in which pixel electrodes 51 are electrically separated from each other in a direction which is orthogonal to a stripe direction of a data (source) electrode is not formed over the scanning (gate) electrode but is formed in the same way as the conventional method. This is because that the scanning electrode is different from the data electrode in the following point: the scanning electrodes are driven one by one in line sequential and the driving speed is very fast for a person who looks a liquid crystal display device. Therefore, it is rare that the domain phenomenon caused at scanning electrode side is observed by a person who looks a liquid crystal display device. However, the separation region in a direction which is orthogonal to a stripe direction of the data electrode may be provided over the scanning (gate) electrode to interrupt the domain phenomenon generating in this portion by the gate electrode.

Further, in the above mentioned embodiment, an example that a switching element is TFT is described. However, it is apparent that the present invention can be applied to a liquid crystal display device in which the switching element is constituted as another non-linear switching element such as diode or MIM (Metal Insulator Metal).

[Effect of the Invention]

As is apparent from the above mentioned explanation, a liquid crystal display device of the present invention has an insulating layer for flattening the step due to the switching element or the like, and a pixel electrode formed on the insulating layer. Therefore, the domain phenomenon is not easily generated and also babble at sealing time of a liquid crystal is hard to be generated. Further, generation of the domain phenomenon can be prevented without making the gap between a pixel electrode and a source electrode as linear as possible, so that degree of freedom in a pixel arrangement will not be lost.

Also, an insulating layer can be formed to cover the switching element, or source and gate electrodes, thereby a pixel electrode can be formed up to the upper region on which source and drain electrodes are formed. Therefore, an electric separation region between pixel electrodes in which the domain phenomenon is easily generated, is formed over a source electrode, for example, and the domain phenomenon caused by the curve of electric force lines is interrupted by a source electrode.

Because of this, it is possible to propose a liquid crystal display device in which a domain phenomenon is not easily generated, and if the domain phenomenon is generated, it is hard to be observed. As a result, in comparison with the conventional liquid crystal display device, contrast characteristics and angle of visibility characteristics of a liquid crystal display device of the present invention is improved.

4. Brief Description of the Drawings

Fig. 1(A) and Fig. 1(B) show a plan view and a cross sectional view of principal portions used for an explanation of a liquid crystal display device of the invention.

Fig. 2 shows a cross section of a principal portion used for an explanation of a liquid crystal display device of the present invention, and a cross section of one part of a common electrode substrate.

Fig. 3 to Fig. 5 are used for an explanation of a conventional liquid crystal display device, and Fig. 3 and Fig. 4 are a plan view and a cross sectional view showing one part of a pixel electrode substrate, and Fig. 5 is a cross sectional view showing one part of a liquid crystal display device.

Fig. 6 is used for an explanation of a prior art and this invention.

- 11 ... data electrode (source electrode)
- 13 ... scanning electrode (gate electrode)
- 15 ... switching element
- 17 ... drain electrode
- 23 ... gate insulating film
- 25 ... amorphous silicon
- 51, 51a, 51b ... pixel electrode
- 53... contact hole
- 55 ... electric separation region between pixel electrodes
- 57, 61 ... insulating layer having a flat surface